

神谷IC橋(姥神峠道路)の橋梁計画・設計

佐藤栄一

SATO Eiichi

株式会社千代田コンサルタント/東京支店/技術2部/部長



一般国道361号は、高山市と上伊那郡高遠町を結ぶ総延長141kmの幹線道路である。当路線は、地域の発展の基盤となるとともに、長野県南部地域と岐阜県北部地域のみならず関東地方と中部・北陸地方を結ぶ広域的なネットワークを形成する重要な役割を担っている路線である。

しかしながら、そのルートが中央アルプスにより東西に分断されてい

るため、一部自動車の通行不能な箇所があり、このような背景から以前から路線整備が求められていた。平成8年、伊那市～日義村間が地域高規格道路「伊那木曾連絡道路」として計画路線に設定された。

平成14年12月、長野県側事業区間である姥神峠道路8.145kmのうち神谷～羽淵間2.3kmの区間が供用開始された。これによって通行不能区

間であった姥神峠区間が開通した。

当社は平成5年度の道路計画設計を始めとして、道路詳細、橋梁予備・詳細設計そしてトンネル・設備設計など様々の分野で当プロジェクトの設計業務に携わってきた。

本稿では、「姥神峠道路供用開始」にあたり、神谷IC部における橋梁構造物の計画・設計について紹介する。

1—概要

今回、供用された神谷～羽淵間2.3kmの区間は1,826mの姥神トンネルと474mの神谷IC部に分けることができる。

この神谷ICは、同事業の全線開通時期がかなり遅くなることから、姥神峠の通行不能区間を解消する姥神トンネル貫通後の早期供用を図るために、一般国道19号にアクセスできる日義村側のトンネル坑口付近に計画されたハーフインターである。

●1 神谷ICのダブルループ

当該地は木曾谷の北部に位置し、東の木曾山脈と西の飛騨高地に挟まれた狭隘なV字谷であり、神谷川がその間を流れている。

このような厳しい地形条件を

踏まえ、集落の保全を図るとともに、著しい計画縦断と現道縦断との高低差の擦り付けを満足させるために、平面・縦断のバランスをトライアルした結果、ランプ平面形状はオロチ(ダブルループ)ランプ形状(写真1)で収束することができた。

●2 地質概要

当該地には中・古生代後期の堆積岩類が分布し、横川層、奈良井層、藪原層、味噌川層等に区分されている。これらの地層は、砂岩、粘板岩、チャート、石灰岩などの堆積岩より構成され、褶曲を伴いほぼ南北性の配列を示している。

トンネルの日義側坑口にかけては神谷断層の存在が確認されており、断層露頭は直接確認されていないものの、この神谷断層の通過が想定される付近では岩盤の角礫状～粘土状化した破碎帯となっている。

この神谷断層による影響は、もともと亀裂質で層状構造をなす粘板岩で著しく、塊状で層亀裂の少ない砂岩では比較的軽微と考えられる。

神谷ICの設置範囲はこの粘板岩と砂岩の層で大きく4つに区分されており、IC高架橋の構造物は一部、岩盤の弱いD級層を支持基盤とした区間もあるが、基本的には岩盤としての問題が比較的少ないCL級、

CM級を構造物の支持基盤に採用している。

2—橋梁計画

●1 橋梁諸元

路線名 : 一般国道361号
道路規格 : 地域高規格道路

本線部 : 第3種第1級

ランプ部 : D規格

設計速度 :

本線 : 80km/h(但し、インターチェンジとしては60km/h対応)

ランプ : 30km/h

幅員構成 :

本線 : 10.50m

ランプ : 4.75m

●2 上部工形式

神谷ICは当該地の地形的条件より、そのほとんどが橋梁区間となり、伊那木曾連絡道路の延伸部である本線部の2橋と現国道361号にアクセスするON・OFFランプ部の6橋の合計8橋で構成される。(図2 神谷IC橋区分図参照)

① A橋 鋼4径間連続RC床版鈹桁

日義村側トンネル坑口近くに橋台が設置されるA橋は、オン・オフランプの加速・減速車線の挿入があり、幅員が17.65m～23.67mまで変化する。また、橋脚設置位置が限定され



■写真1—現道から見たループ部

ることにより、支点上横桁に箱式の横梁形式を採用し、単柱式橋脚での受梁構造とした。なお、幅員変化に伴う主桁間隔はこの横梁間で変化させて対応している。

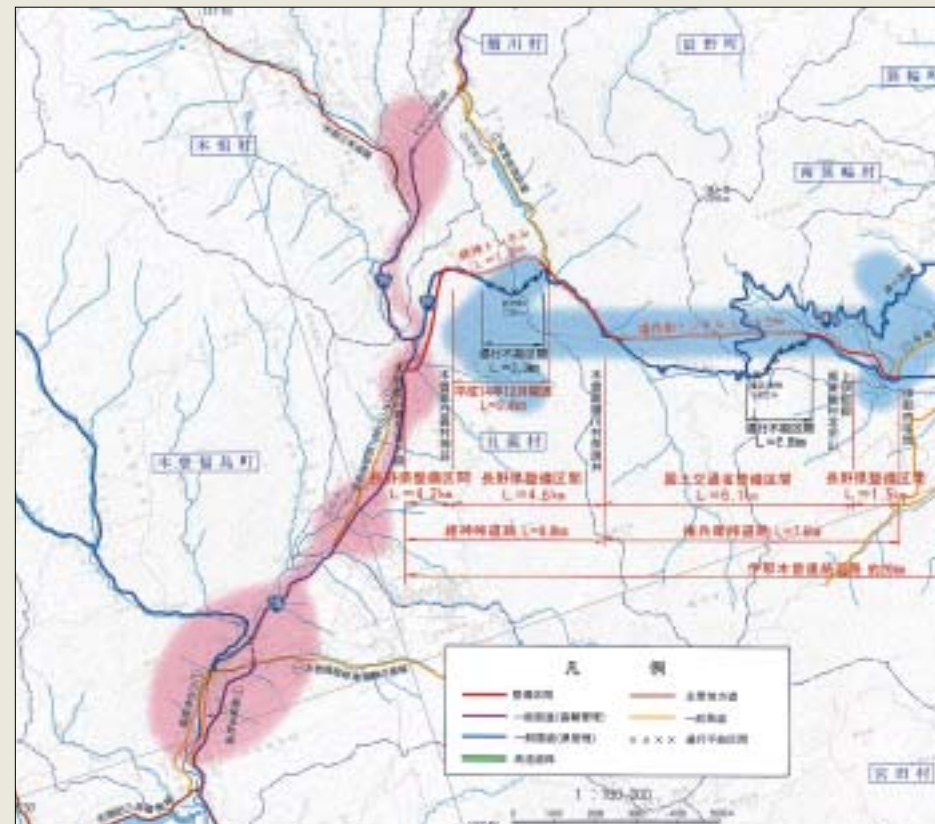
② C橋 鋼3径間連続RC床版鈹桁

ランプ幅員が5.85mであることから主桁配置は3主桁が一般的であるが、将来交通量を踏まえコスト削減の観点より床版支間を3.2mとしたRC床版2主桁配置を採用した。(表1参照)

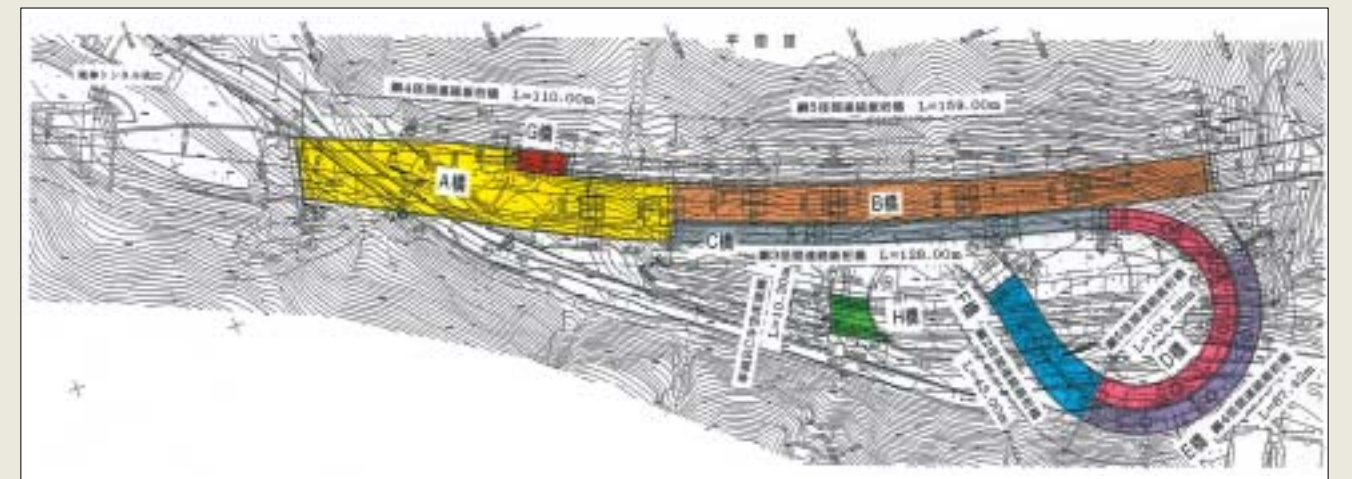
③ D橋&E橋

D橋 鋼5径間連続曲線1箱桁橋
E橋 鋼4径間連続曲線1箱桁橋
ループ部にあたる同区間は平面曲線がR=25mとかなり厳しい曲線橋の対応となることから、ブラケット併用の曲線1BOX桁を採用した。

支承は無指向の地震力に対応できるように、全方向移動可能な支承(円形)を採用し、主桁のねじりによ



■図1—伊那・木曾連絡道路事業計画図



■図2—神谷IC橋区分図

って発生するねじりモーメントの低減を図る目的で中間橋脚部は1Box—1支承を、端支点では1Box—2支承を採用した。なお、単柱式橋脚上の支承はP1、P2橋脚同様、変位制限構造との一体型を採用している。(写真2参照)

●3 下部工形式

① P1、P2橋脚&ランプ部橋脚

橋脚の立地条件により、同橋脚形式は単柱受梁形式を採用し、上部工と橋脚との節点は、免震支承を用いた構造とした。また、ループ部のランプ橋脚は、躯体と地震動の方向性を考慮した耐震上の配慮から単柱式(円柱)橋脚を基本とした。

3—耐震設計

A橋は、P3橋脚のような剛性の大きい壁式橋脚とP1、P2橋脚のような箱形式の横梁を円柱形の2柱式橋脚で支えた連続桁であり、橋脚剛性の違いが大きいことより、P1、P2橋脚に水平力を負担させた場合、橋梁全体の剛性と重心のずれによる偏心力が働くことが予想された。



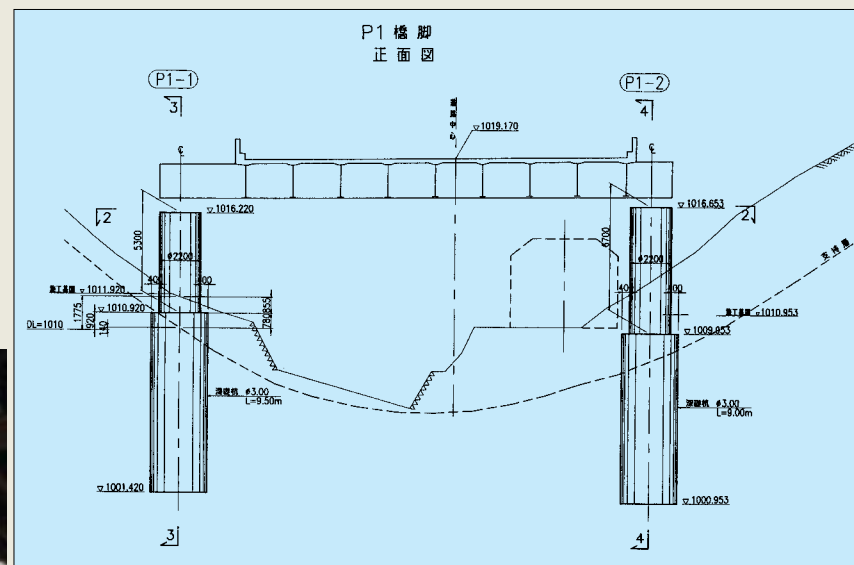
■写真2—A橋



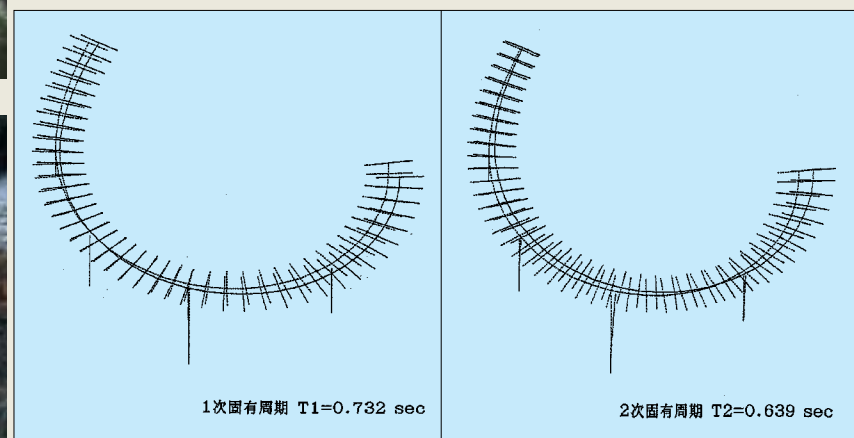
■写真3—神谷IC橋全景

■表1—C橋の桁配置比較表

区画	3径間連続桁橋		3径間連続桁橋		
	2主桁		3主桁		
断面					
	H/L=2.9/48=1/16.6		H/L=2.6/48=1/18.5		
使用断面	U.Flg	630 * 38	630 * 28	480 * 37	480 * 21
	U.RIB	-	-	-	-
	Web	2900 * 14	2900 * 14	2600 * 13	2600 * 13
	L.RIB	-	-	-	-
	L.Flg	630 * 38	630 * 22	530 * 37	530 * 18
新設力	M	-1590.0	1021.1	-1099.6	688.0
	S	192.2	23.7	131.6	20.4
応力度	σu	1795 (2100)	1499 (1983)	1797 (2100)	1707 (1941)
	σL	1795 (1847)	1658 (2100)	1707 (1770)	1739 (2100)
t	473 (1200)	58 (1200)	389 (1200)	60 (1200)	
活荷重たわみ	37.8 mm (105.0 mm)		56.6 mm (105.0 mm)		
概算鋼量	186.3 t (1.000)		198.9 t (1.068)		
概算工費	135,000 (千円) (725 千円/ト)		149,000 (千円) (750 千円/ト)		
概要	・ 総幅員が 85m の区間であり、将来の交通量も比較的少ないことより、床版支間を 3.2m とした 2 主桁桁架である。床版厚は他の案に比べて厚くなるが、鋼量を 10% 程度軽くすることができ、経済的となる。		・ 一般的な桁配置(床版支間 3.0m 以内)とした案であり、断面的には特に問題ないが、桁高は第 1 案とさほど変わらず、主桁が多い分鋼量も増える。		
	評価	◎	○		



■図3—P1橋脚



■図4—E橋の固有周期

このため、橋脚に作用する水平力は、単純に鉛直力の分担荷重による評価では、その安全性を確認することは困難であることから、動的照査法により耐震性能を照査した。また、D橋、E橋のランプ橋は小さな曲率半径を持つ曲線桁を支える構造物で、かつ、橋脚高さが不均一であることから、工区全体を立体モデルと

した動的応答解析を行うこととした。

●1 解析手法

モデル化はそれぞれの上部工、下部工、基礎の範囲を三次元骨組構造の立体モデルとし設定した。

なお、解析にあたり下記の条件を設定した。

- ① 上部工 線形モデル

■表2—照査結果

① 橋脚の最大応答値 Type I

工区	橋脚 NO	最大応答曲げモーメント	最大応答せん断力	安全率	
				M	S
A工区	P1-1	967.8 tm	188.1 tf	1.38	1.36
	P1-2	1170.1 tm	184.0 tf	1.28	1.40
	P2-1	1178.0 tm	195.2 tf	1.09	1.29
D工区	P2-2	1344.3 tm	193.4 tf	1.48	2.38
	P12	469.8 tm	79.3 tf	2.16	2.75
	P13	696.0 tm	109.6 tf	2.28	2.14
E工区	P14	1105.4 tm	102.9 tf	2.05	3.01
	P15	674.9 tm	102.1 tf	2.33	2.90
	P18	1290.1 tm	116.9 tf	1.88	2.67
E工区	P19	629.5 tm	116.9 tf	1.90	1.91
	P20	614.2 tm	71.2 tf	1.38	3.31

Type II

工区	橋脚 NO	最大応答曲げモーメント	最大応答せん断力	安全率	
				M	S
A工区	P1-1	989.4 tm	193.3 tf	1.35	1.33
	P1-2	1139.7 tm	185.4 tf	1.31	1.39
	P2-1	1196.6 tm	207.8 tf	1.08	1.21
D工区	P2-2	1982.9 tm	199.2 tf	1.49	2.31
	P12	651.1 tm	242.5 tf	1.56	2.16
	P13	1015.8 tm	137.8 tf	1.57	1.92
E工区	P14	1587.7 tm	154.1 tf	1.43	2.23
	P15	935.9 tm	139.0 tf	1.68	2.34
	P18	1616.4 tm	168.0 tf	1.53	1.86
E工区	P19	802.6 tm	126.6 tf	1.49	1.76
	P20	846.7 tm	97.8 tf	1.62	2.41

② 桁遊間

工区	位置	最大応答変位 Type I	最大応答変位 Type II
A工区	A1側	188 mm	178 mm
	P4側	188 mm	178 mm
D工区	P11側	56 mm	132 mm
	P16側	83 mm	188 mm
E工区	A7側	121 mm	187 mm
	P16側	72 mm	151 mm

② 支承

LRB 沓: バイリニアモデル

RB 沓: 線形モデル

③ 橋脚部材

M-φ 関係による非線形モデル

④ 円柱橋脚の M-M 相関評価

通常の立体解析における部材の非線形は、部材の1方向構面に対しての評価であり、円柱橋脚の場合、橋脚の最大応答値が地震力の加震方向の構面からずれる可能性があることから、円柱橋脚の非線形性能を M-M 相関曲線にて評価した。

⑤ 部材減衰率

部材の減衰率は、上部構造 3.0%、下部構造 5.0%、基礎 20% とした。なお、免震支承については等価減衰を考慮しないものの、支承の持つ履歴特性は評価した。

●2 解析結果

動的応答解析による照査は、対象項目を下記に示す3項目として行い、表2の結果が得られた。

- ・橋脚耐力の照査
- ・ゴム支承・免震支承のひずみ照査
- ・桁遊間の照査

伊那木曾連絡道路は、姥神峠道路区間の部分供用を開始し、現在、残りの工事が進められている。この連絡道路の全線開通は、中央アルプスを挟んだ伊那と木曾の地域の交流を可能とするとともに、広域的に連携した地域・都市形成に役立つものと期待される。

(資料提供: 長野県木曾建設事務所)